

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Stanovení optimálního režimu chodu klimatizační jednotky
Air-conditioning system run optimalization

2010

Bc. Michal Ševčík

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

Datum:

Podpis:

Abstrakt

Cílem diplomové práce je rozbor problematiky optimalizace chodu klimatizační jednotky. V diplomové práci jsou nejprve definovány fyzikální vlastnosti prostoru a pojem „tepelná pohoda“. Následně je zde uveden výpočet tepelných zisků dle normy ČSN 73 0548. Malá část je věnována také požadavkům pro školní prostory, zde se uvádějí zpřísněné nároky na větrání, maximální teplotu atd. První teoretický blok zakončuje přehled dělení klimatizačních zařízení s následným srovnáním výhod a nevýhod. V druhé části práce je uveden rozbor použitých měřicích přístrojů a měření klimatizace, včetně jejich technických parametrů. Třetí část je složená z návrhu měřicího zapojení, zpracování dat a následného zhodnocení.

Klíčová slova

Klimatizační zařízení, optimalizace, klima, tepelná pohoda, měření, spotřeba

Abstract

The aim of thesis is the analysis of optimization problems running air conditioning system. In this thesis are first defined the physical properties of space and the concept of "thermal comfort". Subsequently, there is shown the calculation of heat gain by ČSN 73 0548. A small portion is paid to the requirements for school area; there are stricter requirements for ventilation, maximum temperature, etc. The first theoretical part concludes with a clear separation of air conditioning equipment, followed by comparing the advantages and disadvantages. In the second part contains an analysis of the measurement instruments and air-conditioning, including their technical parameters. The third part consists of design of measuring involvement, data processing and subsequent evaluation.

Key words

Air- condition system, optimization, climate, thermal comfort, measurement, consumption

Seznam použitých symbolů a zkratek

φ	(°)	fázový posuv mezi el. proudem a el. napětím
$\cos\varphi$	(-)	účinník
DDZ		diagram denního zatížení
EP	(kWh)	hodinová suma spotřeby el. energie
EP_{\max}	(kWh)	maximální roční hodnota EP
HDO		hromadné dálkové ovládání
MDS-U		monitor distribučních sítí
MT		měřicí transformátor
PC		osobní počítač
Q	(C)	elektrický náboj
Q	(W)	tepelná zátěž
t	(°C)	teplota vzduchu
TDD		typové diagramy dodávky
t_o	(°C)	operativní teplota
t_r	(°C)	střední radiační teplota
U_{jm}	(V)	jmenovité elektrické napětí
U_{nap}	(V)	napájecí elektrické napětí
W	(J)	elektrická práce
ω	(rad. s ⁻¹)	úhlová frekvence

Obsah

1. Úvod	1
2. Klima, definice, dělení	2
3. Tepelná pohoda	2
3.1 Fyziologické reakce člověka na okolní prostředí	2
3.2 Tepelná bilance lidského těla.....	3
3.3 Faktory ovlivňující tepelnou pohodu	4
3.4 Hodnocení tepelné pohody	5
4. Požadavky na větrání vnitřních obytných prostor.....	5
4.1 Požadavky na zařízení pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých.....	6
5. Výpočet tepelných zisků dle normy ČSN 730548	7
5.1 Výpočet tepelných zisků z vnějšího prostředí	7
5.1.1 Tepelná zátěž okny.....	7
5.1.2 Tepelné zisky stěnami	9
5.2 Výpočet tepelných zisků od vnitřních zdrojů tepla	10
5.2.1 Tepelné zisky od lidí	10
5.2.2 Tepelné zisky od osvětlení	11
5.2.3 Tepelné zisky od technologie	12
6. Klimatizační zařízení	13
6.1 Popis funkce.....	13
6.2 Rozdělení klimatizačních zařízení	17
6.3 Typy klimatizačních zařízení	18
6.3.1 Mobilní klimatizační jednotky	18
6.3.2 Okenní klimatizační jednotky	19
6.3.3 Jednotky Split	19
6.4 Přehled	20
7. Prostředky pro měření	22
7.1 MDS-U	22
7.1.1 Základní popis MDS-U	22
7.1.2 Technické údaje.....	23
7.1.3 Popis funkce	24
7.2 BK 550i.....	25
7.2.1 Základní informace	25
7.2.2 Moduly	26
7.3 Srovnání MDS-U a BK550i	26
8. Klimatizační zařízení v učebně E104	27
8.1 Klimatizační zařízení ACR 18 Si s Cu 18 Si	27
9. Elektrický výkon.....	28
9.1 Odvození výkonu	28
9.2 Výkon ve střídavých obvodech	29
9.2.1 Sinusový průběh	29
10. Vliv klimatizace na síť.....	31
10.1 Typové diagramy dodávky	31
10.2 Denní diagram zatížení (DDZ)	32
11. Měření spotřeby elektrické energie na klimatizační jednotce v učebně E104	33
11.1 Cíl měření.....	33
11.2 Úvod	33
11.3 Popis učebny E104	33
11.4 Popis měřících přístrojů	34
11.5 Schéma zapojení	34
11.6 Rušivé vlivy v podmínkách za kterých se měřilo	38
11.7 Vyhodnocení TDD	38
12. Závěr	42
13. Seznam použité literatury.....	43

1. Úvod

V našich klimatických podmínkách mírného pásu se v dnešní době stává klimatizace běžnou součástí našeho života. Jejich obor působnosti je velmi široký. Nejčastěji se setkáme s komfortními klimatizačními zařízeními. Tyto jednotky bývají použity např. v obchodních centrech, kancelářích, domácnostech. S nárůstem rozšiřování těchto technologií a potřeby klimatizovat prostory roste také spotřeba elektrické energie. A právě na problematiku spotřeby a optimalizace chodu klimatizační jednotky je zaměřena tato diplomová práce.

V Diplomové práci jsou nejprve definovány fyzikální vlastnosti prostou a faktory, které je ovlivňují. Podrobně je rozebrán pojem „tepelná pohoda“ v návaznosti na fyziologické reakce člověka na prostředí. Následně je zde uveden postup výpočtu tepelných zisků podle normy ČSN 730548. Malá část je také věnována zpřísňujícím podmínkám pro prostory škol z hlediska větrání, maximálních teplot atd. Navazující blok je věnován klimatizacím. Definován je základní princip funkce chladicího okruhu a celou část zakončuje velký přehled druhů klimatizačních zařízení.

V další části diplomové práce jsou uvedeny popisy použitých měřicích přístrojů a měřené klimatizace. Uvedeny jsou technické parametry a popisy funkce. U klimatizačního zařízení je kladen velký důraz na rozbor provozních funkcí.

Poslední praktická část je složena z návrhu měřicího zapojení, zpracování a následného zhodnocení změřených dat.

2. Klima, definice, dělení

Pojem "klima" definovalo mnoho vědců, každý však trochu jinak. V této diplomové práci budeme rozumět pod pojmem "klima" vzájemné působení teploty, tlaku, vlhkosti a pohybu vzduchu v našem okolí.

Dělení

- *venkovní klima* (je závislé na poměrech v atmosféře)
- *vnitřní klima* (je stav vzduchu v místnosti, působí na něj vnitřní a vnější vlivy)

Dělení vlivů

- *vnitřní vlivy* (osoby a jejich činnost, zařízení místnosti, stroje, přístroje a osvětlení)
- *vnější vlivy* (venkovní klima, sluneční radiace, poloha a orientace budovy, druh a provedení stavby)

V kapitole 2. použita literatura [2]

3. Tepelná pohoda

Souhrn vzájemného působení fyzikálních vlastností prostředí, které jsme definovali pojmem „klima“ působí bezprostředně na životní pochody v lidském organismu. Totéž platí i naopak. Lidské tělo je nepřetržitý zdroj tepla a působí neustále na klima v místnosti. Faktory jako vlhkost vzduchu, teplota a proudění vzduchu ovlivňují produkci tepla naším tělem. Mezi okolím a člověkem probíhá stála látková a tepelná výměna, která vytváří pocit tepla nebo chladu. Tento pocit je subjektivní. Udává vnímání člověka v místnosti na okolní klima. Zjednodušeně by se dalo říci, že pojem „tepelná pohoda“ udává vlastnosti klimatu v němž se nachází člověk, který se cítí tepelně příjemně. Tepelná pohoda je také ovlivněna individuálními vlivy. Mezi tyto vlivy patří tělesná aktivita, oblečení, stáří, zdravotní stav a další.

3.1 Fyziologické reakce člověka na okolní prostředí

V lidském těle neustále pobíhají metabolické tepelné produkce. Pro okolí je tedy lidské tělo zdrojem tepla. Metabolické tepelné produkce dělíme do dvou skupin:

- *bazální metabolismus* (teplo je produkováno na základě biologických procesů)
- *svalový metabolismus* (vzniká při činnosti člověka)

Na následující straně je uvedena tabulka s některými typickými hodnotami metabolismu. Vyjádřeny jsou jako tepelný výkon průměrného člověka (W), měrný tepelný výkon na jednotku plochy lidského těla ($W.m^{-2}$) a jako jednotka vytvořená pro studium tepelné pohody tzv. *met*.

Tab. 1 Hodnoty metabolismu

Činnost	W	W.m-2	met
Spaní	70	40	0,7
Odpočívání, ležení na posteli	80	46	0,8
Sezení, odpočívání	100	58	1
Stání, práce v sedě	120	70	1,2
Velmi lehká práce (učitel, nakupování, vaření)	160	93	1,6
Lehká práce (domácí práce, práce s přístroji)	200	116	2
Středně těžká práce (tanec)	300	175	3
Těžká práce (tenis)	600	350	6
Velmi těžká práce (squash, práce v hutích)	700	410	7

3.2 Tepelná bilance lidského těla

Teplo, které je neustále produkováno lidským tělem se musí odvést do okolí. Pokud tak nenastane, dojde ke změně tělesné teploty. Uvnitř lidského těla se teplota pohybuje okolo 37 °C , teplota kůže v rozmezí 31 až 34 °C v závislosti na okolním prostředí. Z důvodu rozdílných teplot v lidském těle a na povrchu těla dochází k nepřetržitému procesu dopravy tepla z vnitřních tkání k povrchu kůže. Odtud je teplo dále odváděno sáláním, prouděním, vedením a vypařováním.

Rovnice tepelné bilance lidského těla

$$M \pm R \pm C_v \pm C_d - E_{diff} - E_{rsw} - E_{resp} - L = \Delta S \quad [W] \quad (1)$$

<i>kde</i>	M	hodnota metabolismu
	R	tepelná ztráta (zisk) sáláním
	C _v	tepelná ztráta (zisk) prouděním
	C _d	tepelná ztráta (zisk) vedením
	E _{diff}	tepelná ztráta difuzí pokožky
	E _{rsw}	tepelná ztráta běžným pocením
	E _{resp}	tepelná ztráta dýcháním (latentní)
	L	tepelná ztráta dýcháním (citelná)
	ΔS	změna tepelné kapacity

Pokud hodnota ΔS vychází kladná, teplota lidského těla stoupá. Naopak poklesu teploty lidského těla odpovídá záporná hodnota ΔS . Parametry okolí ovlivňují odvod tepla z lidského těla. Lidské tělo, ale není pasivní, má několik fyziologických regulačních mechanismů jak docílit tepelné rovnováhy.

3.3 Faktory ovlivňující tepelnou pohodu

Faktory ovlivňující tepelnou pohodu můžeme rozdělit do tří skupin. Uvedeny zde budou všechny, ale dále rozebereme pouze skupinu "*vnitřní prostředí*", protože ostatní při návrhu klimatizace zanedbáváme.

A) Vnitřní prostředí

- 1) *teplota vzduchu*
- 2) *radiační teplota*
- 3) *vlhkost vzduchu*
- 4) *rychlost proudění vzduchu a jeho turbulence*

Operativní teplota - 1, 2

Efektivní teplota - 1, 2, 3, 4

B) Osobní faktory

- 1) *hodnota metabolismu*
- 2) *oblečení*

C) Doplnující faktory

- *aklimatizace, aklamace, tělesná postava, věk a pohlaví*

Upřesnění:

- *teplota vzduchu (t)* je teplota interiérového vzduchu bez vlivu sálání z okolních povrchů
- *střední radiační teplota t_r* je myšlená rovnoměrná společná teplota všech ploch v prostoru, při níž by byl přenos tepla z těla sáláním stejný, jako ve skutečnosti
- *operativní teplota (t_o)* je definována jako jednotná teplota černého uzavřeného prostoru, ve kterém by tělo sdílelo konvekci i sáláním stejné množství tepla, jako ve skutečném teplotně nesourodém prostředí
- *efektivní teplota* je teplota prostoru při relativní vlhkosti 50 %, která způsobí stejné celkové tepelné ztráty z pokožky jako ve skutečném prostředí. Dva prostory se stejnou efektivní teplotou vyvolají stejné reakce organismu, i když tyto prostory mají rozdílnou teplotu i vlhkost vzduchu. Podmínkou je však stejná rychlost proudění vzduchu
- *vlhkost vzduchu* bývá velmi často udávána jako tzv. relativní vlhkost RH (%). RH udává nasycení vzduchu vodní parou nebo měrnou vlhkost x (g.kg^{-1}), což je hmotnostní množství vodní páry v 1 kg suchého vzduchu
- *rychlost proudění vzduchu a jeho turbulence* ovlivňují přenos tepla prouděním a odpařování vlhkosti z pokožky

3.4 Hodnocení tepelné pohody

Dvě hlavní metody:

- pomocí dotazníků (hodnotí subjektivní vnímání teploty dotazovaných za současného měření parametrů vzduchu)
- měřením fyziologických změn člověka

Stupnice tepelných pocitů PMV udává doporučené podmínky tepelné pohody :

Tab. 2 Stupnice tepelných pocitů PMV

+ 3	+ 2	+ 1	0	- 1	- 2	- 3
horko	teplo	mírné teplo	neutrálně	mírně chladno	chladno	zima

Stav, kdy prostředí odnímá člověku jeho tepelnou produkci bez výrazného pocení nazýváme „tepelnou pohodu“. Jelikož fyziologické funkce lidí jsou individuální, nelze zajistit pocit pohody všem lidem v daném prostoru. Ze studií se zjistilo, že je vždy přibližně 5% nespokojených, kteří pociťují tepelnou nepohodu.

V kapitole 3. použita literatura [1,2]

4. Požadavky na větrání vnitřních pobytových prostor

Jelikož probíhá měření diplomové práce ve školních prostorech, je potřeba prostudovat také zpřísnění požadavků pro tento prostor. Zde shrneme požadavky platné legislativy na větrání zařízení pro výchovu a vzdělávání dětí a mládeže.

Vše vychází ze zákona č. 258 / 2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví, ten je doplněn vyhláškou č. 410 / 2005 Sb. - zařízení pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých - s platností od 16.11.05. Celá legislativa spadá pod kompetenci příslušných stavebních úřadů (vyjma hlukových poměrů).

Vytápění, chlazení, větrání používáme pro zajištění příznivých vnitřních klimatických podmínek pro pobyt a práci člověka ve vnitřních prostorech. Cílem vytápění a chlazení je zajistit tepelnou pohodu člověka. Větrání má za úkol zajistit dostatečnou čistotu ovzduší (odvedení všech škodlivin) a přivedení dostatečného množství čerstvého vzduchu.

Mezi škodliviny se řadí různé plynné látky, organické a anorganické sloučeniny, pachy, ale také nadměrné teplo, chlad, vlhko. Čistý vzduch je potřebný pro dobrý průběh látkové výměny v těle. Nedostatečné větrání čerstvým vzduchem může mít negativní dopady (únavu, bolest hlavy, špatný spánek, atd.)

Při dostatečném přirozeném větrání, je umožněno celou výměnu vzduchu řešit přirozeným způsobem. Pokud to není možné, musí být instalováno nucené větrání.

4.1 Požadavky na zařízení pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých

Vnitřní teplota

- *pro zimní období* průměrná výsledná teplota 22 ± 1 °C, min. 19 °C
- *pro letní období* průměrná výsledná teplota 28 ± 1 °C, max. 31 °C

V zimním období je povinnost zastavit provoz, pokud teplota poklesne ve třech po sobě následujících dnech pod 18 °C, nebo pod 16 °C v jediném dni.

V letním období je povinnost zajistit jiné opatření, než výuka v učebnách. A to za podmínek je-li venkovní teplota nad 30 °C, a výsledná teplota v místnosti překročí 31 °C

Další omezení:

- *relativní vlhkost* 30-70 %
- *proudění vzduchu* 0,1 - 0,2 m/s
- *výměna vzduchu* učebna 20-30 m³/hod na žáka, šatna, tělocvična 20 m³/hod na žáka

Důležité:

Pro školy je potřeba zajistit možnost přirozeného větrání, a to v nejvyšší možné míře. U tělocvičen s běžnou světlou výškou jako ostatní pobytové místnosti, je potřeba doplnit přirozené větrání nuceným odvodem vzduchu. U učeben je potřeba zajistit minimální výměnu vzduchu i při zavřených oknech.

Nucené větrání, umístění

Sací otvory

Musí být umístěny v relativně čistém a neosluněném prostoru. Dále musí být vzdáleny od všech zdrojů škodlivin (také výdechů vzduchotechniky). A to z důvodu, aby nedocházelo k zpětnému nasávání znehodnoceného vzduchu. V neposlední řadě musí být dodržena dostatečná vzdálenost od parkovacích ploch.

Výdechy

Znehodnocený vzduch musí být vydechován nad střechu objektu, nebo nad úroveň hřebene střechy (zde musíme brát ohled na okolní stavby) tak, aby byl zajištěn dobrý rozptyl. Pokud není možno zajistit vedení výdechu nad střechu objektu, je třeba navržené umístění výdechu vyhodnotit a doplnit dokladem, že tímto umístěním nedojde k znečištění okolního venkovního vzduchu.

V kapitole 4. použita literatura [1]

5. Výpočet tepelných zisků dle normy ČSN 730548

5.1 Výpočet tepelných zisků z vnějšího prostředí

5.1.1 Tepelná zátěž okny

Prostup tepla oknem konvekcí

$$Q_{ok} = U_o S_o (t_e - t_i) \quad (2)$$

kde U_o součinitel prostupu tepla oknem [W/m²K]
 S_o plocha okna včetně rámu [m²]
 $t_e - t_i$ rozdíl teplot mezi venkovním a vnitřním prostředím [K]

Prostup tepla oknem radiací

$$Q_{or} = [S_{os} I_o c_o + (S_o - S_{so}) I_{0d}] \cdot s \cdot n_o \quad (3)$$

kde S_{os} osluněný povrch okna [m²]
 I_o celková intenzita sluneční radiace procházející standardním jednoduchým zasklením [W/m²]
 I_{0d} intenzita difusní sluneční radiace procházející standardním jednoduchým zasklením [W/m²]
 n_o počet oken [-]
 s stínící součinitel [-]
 c_o korekce na čistotu atmosféry [-]

Tab. 3 Korekce na čistotu atmosféry

oblast	venkovská	průmyslová
c_o [-]	1,15	0,85

Stínící součinitel je bezrozměrná veličina, určená poměrem tepelného toku sledovanou průhlednou nebo průsvitnou plochou a tepelného toku standardním oknem za stejných podmínek sluneční radiace.

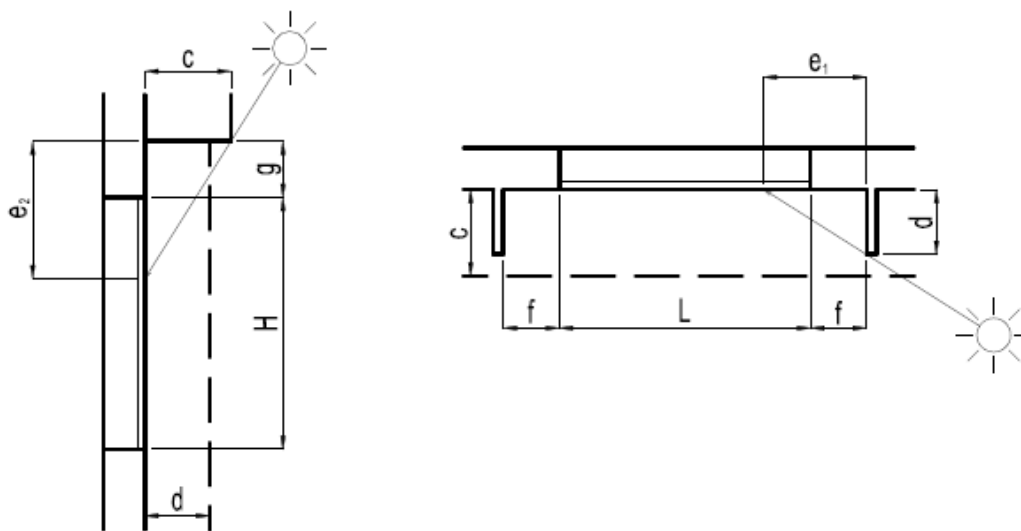
$$s = s_1 s_2 \dots s_n \quad (4)$$

Osluněný povrch okna

$$S_{os} = [L - (e_1 - f)] \cdot [H - (e_2 - g)] \quad (5)$$

kde

L	šířka zasklené části okna [m]
H	výška zasklené části okna [m]
f	odstup vodorovné části okna od slunolamů [m]
g	odstup svislé části okna od slunolamů [m]
e_1, e_2	délky stínů v okením otvoru od okraje slunolamů [m]
c	hloubka okna vzhledem k horní stínící desce [m]
d	hloubka okna [m]



Obr. 1 Osluněný povrch okna

Snížení tepelných zisků od oslunění

Část tepelných zisků od sluneční radiace prostupující okny, dopadá na vnitřní povrchy stěn v místnosti a do těchto stěn se akumuluje. Množství tepla naakumulovaného do stěn snižuje tepelné zisky od oslunění.

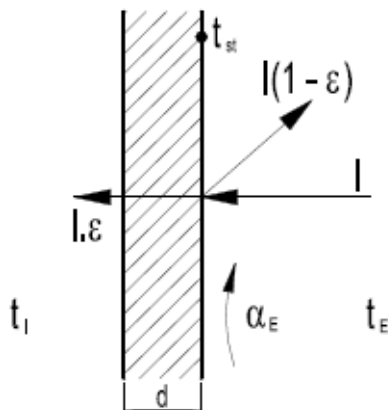
$$\Delta Q = 0,5M \cdot \Delta t \quad (6)$$

kde

ΔQ	snížení maximální hodnoty tepelných zisků od oslunění oken [W]
M	hmotnosti obvodových stěn (bez vnější stěny), podlahy a stropu, které přicházejí do úvahy pro akumulaci [K]
Δt	maximální povolené překročení požadované teploty v klimatizovaném prostoru [K]

5.1.2 Tepelné zisky stěnami

U místnosti s prosklenými plochami má prostup tepla stěnou, z hlediska celkové tepelné zátěže malý, téměř zanedbatelný význam. Vliv se projevuje zejména u místností s lehkou fasádou, u rozlehlých objektů (průmyslové haly) a u místností kde strop tvoří zároveň střechu.



Obr. 2 Prostup tepla stěnou

Stěny vystavené účinku slunečního záření vykazují na osluněné straně vysoké povrchové teploty.

Vzorce pro výpočet tepelného toku stěnou

$$\alpha_e(t_e - t_s) + \varepsilon l = \alpha_e(t_r - t_s) \quad (7)$$

$$t_r = t_e + \frac{\varepsilon l}{\alpha_e} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (8)$$

kde	l	intenzita sluneční radiace dopadající na stěnu [W/ m]
	α_e	součinitel přestupu tepla na vnější straně stěny = 15 [W/ m ² K]
	ε	součinitel poměrné tepelné pohltivosti pro sluneční radiaci = 6 [-]

Stěny lehké ($d \leq 80 \text{ mm}$)

Tepelná kapacita lehkých stěn je malá. Fázové posunutí teplotních kmitů je zanedbatelné. Prostup tepla stěnou je možné považovat za ustálený.

$$Q_s = U_{st} S_{st} (t_r - t_i) \quad (9)$$

Stěny středně těžké ($80 \leq d \leq 450$ mm)

U středně těžkých stěn je třeba respektovat kolísání teplot v důsledku nestacionárního vedení tepla.

$$Q_s = U_{st} S_{st} [(t_{rm} - t_i) + m(t_{r\psi} - t_{rm})] \quad (10)$$

Stěny těžké ($d \geq 450$ mm)

Stěny těžké mají vysokou tepelnou kapacitu, tzn. že kolísání teplot na vnitřním povrchu stěny lze zanedbat.

$$Q_s = U_{st} S_{st} (t_{rm} - t_i) \quad (11)$$

<i>kde</i>	t_r	rovnocenná sluneční teplota venkovního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]
	t_{rm}	průměrná rovnocenná sluneční teplota vzduchu za 24 hodin [$^{\circ}\text{C}$]
	$t_{r\psi}$	rovnocenná sluneční teplota v době o ψ dřívější [$^{\circ}\text{C}$]
	m	součinitel zmenšení teplotního kolísání při prostupu tepla stěnou [-]
	ψ	fázové posunutí teplotních kmitů [-]
	d	tloušťka stěny [m]

$$\psi = 32d - 0,5 \quad (12)$$

$$m = \frac{1 + 7,6d}{2500^d} \quad (13)$$

5.2 Výpočet tepelných zisků od vnitřních zdrojů tepla

Vnitřní zdroje tepla

- lidi
- svítidla
- stroje
- elektronické vybavení

5.2.1 Tepelné zisky od lidí

$$Q_L = 6,2n_L(36 - t_i) \quad (14)$$

kde n_L počet lidí [-]

Tab. 4 Produkce tepla od lidí

Činnost člověka	Místa činnosti	QL		
		t _i =24°C	t _i =25°C	t _i =26°C
sezení, odpočinek	kina	74	68	50
stojící lehká práce	sklady	72	66	48
chodící, přecházející	obchody	77	70	51

5.2.2 Tepelné zisky od osvětlení

$$Q_{sv} = q_{sv} S_{osv} \quad [\text{W}] \quad (15)$$

Tepelné zisky z osvětlení mají výraznou roli při dimenzování klimatizačního zařízení, především pro kanceláře. Norma ČSN 730548 udává hodnoty 25 až 35 W/m². Norma byla vydána již v roce 1985. Od té doby proběhl velký vývoj v oblasti osvětlení. Tyto hodnoty jsou již zastaralé, moderní svítidla dosahují hodnot nižších. V dnešní době dosahujeme s běžnými kancelářskými svítidly hodnot pod 20 W/m².

Při dimenzování klimatizace by se mělo vycházet z podrobného projektu osvětlení. Totéž platí i naopak. Při návrhu osvětlení je třeba počítat i s odvodem tepelné zátěže z prostoru. V klimatizovaných prostorech se v letním období příkon svítidel projevuje nejen přímo na el. spotřebě, ale také nepřímo, při dimenzování chladicího zařízení.

Níže je uvedena tabulka. V níž jsou uvedeny hodnoty produkce tepla od osvětlení (žárovka, zářivka) v daných prostorech.

Tab. 5 Produkce tepla od osvětlení

Pracoviště	Intenzita osvětlení [lx]	Žárovky [W/m ²]	Zářivky [W/m ²]
sklad, byt, divadlo	120	20-30	7-9
učebna, pokladna	250	40-55	13-18
výstava, obchodní domy, jemná montáž	750	115-160	38-53

5.2.3 Tepelné zisky od technologie

$$Q = c_1 c_2 c_3 \sum P \quad (16)$$

kde

Q	tepelná zátěž [W]
P	elektrický příkon [W]
c ₁	součinitel současnosti [-]
c ₂	zbytkový součinitel [-]
c ₃	součinitel zatížení stroje [-]

Součinitelé $c_1 c_2 c_3$ jsou určeny pro každý typ stroje samostatně. Součinitel současnosti zohledňuje současnost provozu jednotlivých zařízení. Zbytkový součinitel se používá v případě, že se část tepelného výkonu nedostává do prostoru, ale je odvedena přímo (např. odsávací zákryt, vodní chlazení). Součinitel zatížení stroje respektuje skutečnou provozní spotřebu.

Tab. 6 Přehled max. výkonů počítačů

	Maximum [W]	Startovací [W]	Provoz [W]
Průměrná hodnota	110	80	90
Bezpečná hodnota	145	95	105
Velmi bezpečná hodnota	200	150	165

Tab. 7 Přehled monitorů

Velikost	Provoz CRT [W]	Provoz LCD [W]
13 - 15	55	20
16 - 18	75	35
19 - 20	90	50

V kapitole 5. použita literatura [1,3]

6. Klimatizační zařízení

Úvod ke klimatizačním zařízením

Za otce myšlenky moderní klimatizace je považován Willis Haviland Carrier (americký technik, vynálezce). Začátkem 20. století řešil problém v tiskárně v Brooklynu. Zde byla vysoká teplota i vlhkost vzduchu a to zapříčinilo špatné schnutí barev. Technik tak přišel s nápadem hnát vzduch kolem stočených trubek se studenou vodou. Vodní páry se na trubkách srážely a ochlazovaly tak okolní vzduch. Chladicí zařízení poprvé uvedl do provozu 17. července 1902. Od té doby klimatizační technika prodělala obrovský rozvoj.



Obr. 3 Willis Carrier

V našich klimatických podmínkách mírného pásu je využití klimatizačního zařízení uplatňováno především pro průmyslové účely. Jedná se o tzv. technologickou klimatizaci. Ta bývá většinou součástí technického zařízení. Má vliv na kvalitu výroby, snižování výrobních nákladů, nebo přímo podmiňuje funkci strojního parku. Velký rozmach v dnešní době zaznamenávají klimatizace, které plní funkci zdravotně hygienickou. Zařízení vykonávající tyto funkce tvoří skupinu označovanou jako klimatizace komfortní. Vytváří optimální stav mikroklimatu pro pobyt lidí. V tomto prostředí má mít člověk příjemný tepelný pocit, ale také hlavně optimální hygienické podmínky. Své uplatnění nacházejí například ve společenských sálech, nákupních centrech, restauracích, hotelích a v neposlední řadě i v domácnostech. Nejvíce rozšířené jsou klimatizace komfortní v tropických a subtropických oblastech světa. Tam jsou neustále klimatizovány všechny typy budov a dopravních prostředků. Myšleny jsou pouze bohatší země světa, protože klimatizace je poměrně energeticky i materiálově nákladná záležitost.

V kapitole 6. použita literatura [4]

6.1 Popis funkce

Z interiéru je nepřímě odnímáno teplo, které se akumuluje do teplotonosné cirkulující látky (chladiwa). Během oběhového cyklu je chladivo podrobena celé řadě termodynamických změn (kompresi, sdílení tepla, expanzi, škrcení) po kterých se vrací opět do výchozího stavu. Chladicí účinek vzniká při vypařování chladiva. K dosažení tlaku potřebného pro vypařování je použit kompresor. Tlak chladiva musí být takový, aby chladivo bylo schopné kondenzace odváděním tepla do prostředí.

Podrobný popis termodynamických změn

Komprese

Kompresor zajišťuje odsávání par chladiva z výparníku při tlaku výparném a jejich stlačování na tlak kondenzační.

Kondenzace

Probíhá ve výměníku tepla, v němž je teplo ze stlačených par odváděno sdílením zpravidla do okolí, při čemž páry chladiva kondenzují.

Škrcení

Uskutečňuje se v průtočném orgánu, kde v důsledku podstatného zúžení průtočného průřezu dochází k izoentalpické ($h = \text{konst.}$) expanzi z tlaku kondenzačního na tlak výparný.

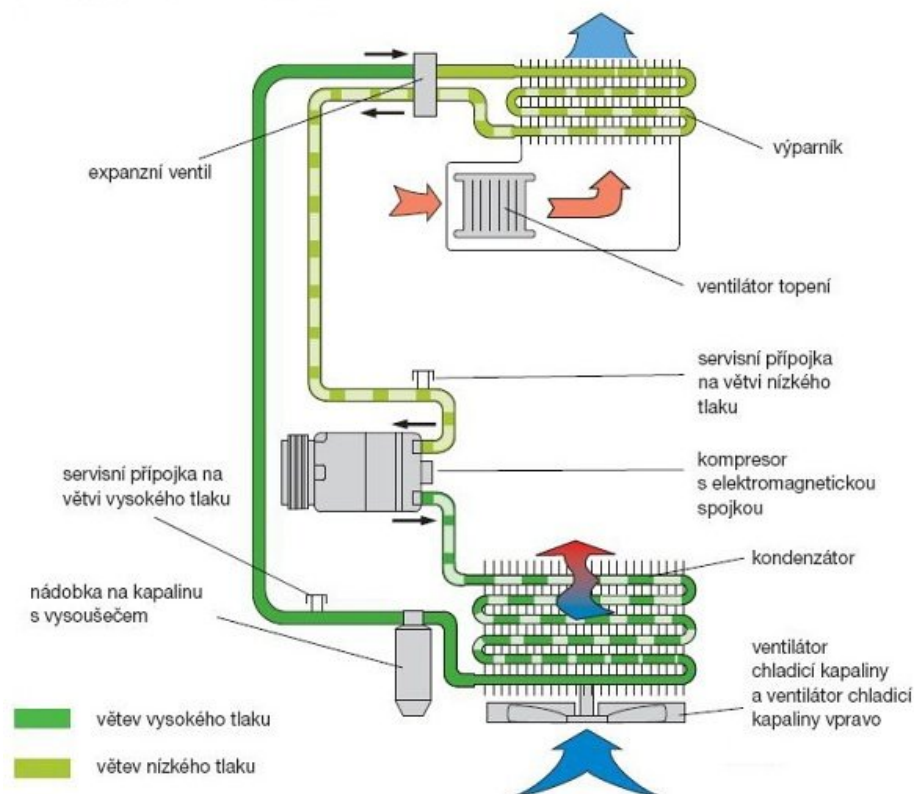
Vypařování

Vypařování chladiva ve výparníku je spojeno s odvodem tepla z vychlazovaného prostoru. Tímto izotermicko - izobarickým pochodem při výparném tlaku přechází chladivo z mokré páry na páru sytou. Takto je do chladiva sdílen tepelný příkon, který je v chladicí technice označován jako chladicí výkon.



Obr. 4 Principiální schéma

Z výparníku jsou páry chladiva zpět nasávány kompresorem a takto je celý oběh uzavřen. Na Obr. 4 je schéma obecné, sloužící pro vysvětlení fyzikální podstaty funkce. Podrobnější rozbor součástí chladičského okruhu i s jejími funkcemi je uveden na Obr. 5.



Obr. 5 Chladicí okruh klimatizační jednotky

Kompresor

Funkce kompresoru v chladicím okruhu je nasávání nízkotlaké páry z výparníku a následné stlačení této páry na vysokotlakou. Při tomto ději dochází současně k vzrůstu teploty. Kompresor je dimenzován pouze na stlačování chladiva v plynné fázi. Po nasátí kapaliny by došlo k destrukci. Kompresory dělíme podle způsobu zvyšování tlaku na objemové a rychlostní.

Kondenzátor

Kondezátor je tepelný výměník. Jeho funkcí v chladicím okruhu je sdílení tepla mezi chladivem a okolním prostředím. Proces sdílení tepla probíhá následovně:

Do horní části výměníku je přivedeno vysokotlaké chladivo v plynné fázi. To je průchodem přes jednotlivé kanálky chladiče ochlazováno. Postupně tak přechází z plynné do kapalně fáze. Chladivo po změně skupenství odchází spodní částí výměníku ven. Z důvodu zajištění dostatečného průtoku vzduchu výměníkem je kondenzátor doplněn ventilátorem dochlazování. Kondenzátor je zpravidla umístěn před chladičem vody.

Filtr / Vysoušeč

Jednou s nejdůležitější součástí klimatizačního okruhu je filtr. Filtr v chladicím okruhu plní tři základní funkce. Má za úkol filtrovat obíhající chladivo od nečistot uvolněných z různých vnitřních částí okruhu. Mohou to být drobné částičky kovů oddělené z činných částí kompresoru, nebo částice uvolněné od zkorodovaných i zoxidovaných povrchů. Dále má filtr pohlcovat případnou vlhkost v klimatizačním okruhu. V poslední řadě má působit jako sběrač chladiva na vysokotlaké straně systému s termostatickým expanzním ventilem, nebo na nízkotlaké straně u systému s expanzní tryskou.

Expanzní ventil

Rozděluje chladicí okruh na vysokotlakou a nízkotlakou část. V klimatizačním okruhu plní funkci škrtícího elementu. Proces, který se děje v expanzním ventilu probíhá následovně:

Na vstupní část ventilu je přivedeno vysokotlaké chladivo v kapalně fázi. Průchodem přes ventil mění své skupenství na plynné. Chladivo se rychle rozpíná a současně dochází k poklesu teploty. Dnešní klimatizační systémy jsou dvou konstrukčních typů. Blokový typ je konstruován tak, že expanzní ventil má tvar bloku a chladivo jím prochází oběma směry. V tomto provedení je možné pomocí pohyblivé termostatické trysky regulovat průtok chladiva ve ventilu, pro zajištění plné přeměny skupenství chladiva. Druhým typem je expanzní tryska s pevnou průtočnou světlostí. Tato tryska má větší objem než v blokovém provedení. Je to z důvodu, aby se veškeré kapalně chladivo odpařilo ještě před vstupem do kompresoru. Expanzní tryska s pevnou průtočnou světlostí se v okruhu umísťuje za výparník.

Výparník

Úkolem výparníku v klimatizačním okruhu je výměna tepla mezi chladivem a okolním prostředím. Za okolní prostředí je považován interiér. Popis děje ve výparníku:

Do výparníku vstupuje chladivo, které po průchodu expanzním ventilem snížilo svou teplotu i tlak. Vzduch interiéru je nasáván a proháněn okolo chladiva. Chladivo odebírá vzduchu teplo. Takto ochlazený vzduch je následně vypouštěn do interiéru.

Tlakový spínač

Má za úkol hlídat v chladicím okruhu správné tlakové podmínky. Umístěn bývá na nízkotlaké a vysokotlaké straně, nebo jen na vysokotlaké. Tlakový spínač má kontakty, které jsou v závislosti na tlaku chladiva otevřené nebo uzavřené. Spínače s více kontakty jsou označovány jako dvojčinné, trojčinné, čtyřčinné. V chladicím okruhu hlídá spínač obvykle tři rozsahy tlaků:

Nízkotlaký rozsah

V případě úniku chladiva a poklesu tlaku pod stanovenou mez se kontakt spínače rozpojí a nedovolí tak spuštění klimatizace.

Středotlaký rozsah

Stoupne-li tlak na vysokotlaké straně nad stanovenou mez, kontakty spínače se spojí a umožní tak spuštění ventilátoru dochlazování než tlak klesne pod předepsanou mez.

Vysokotlaký rozsah

Je v případě, když ani spuštění ventilátoru dochlazování nepomůže snížit úroveň tlaku chladiva a ten následně stoupne nad stanovenou mez. Kontakty spínače se rozpojí a nedovolí provoz klimatizace do doby než tlak klesne pod předepsanou mez.

Filtr

Filtruje prach, pyly a nečistoty. Filtrů je různá řada. Nové generace uhlíkových filtrů dokážou eliminovat například pachy chemického a zemědělského původu apod.

V této části diplomové práce se prováděl rozbor samotného principu funkce klimatizačního zařízení. V následujících kapitolách bude provedeno rozdělení klimatizací do kategorií a požadavky kladené na tyto zařízení.

V kapitole 6.1 použita literatura [5,14]

6.2 Rozdělení klimatizačních zařízení

Funkce klimatizačních zařízení

- *větrání*
- *chlazení nebo vytápění*
- *zvlhčování vzduchu*
- *odvlhčování vzduchu*
- *filtrace (ionizace) vzduchu*

Klimatizační zařízení byly původně navrženy k funkci chlazení. Vývoj však pokročil a v dnešní době získaly klimatizace další funkce. Dnes zcela běžně klimatizační zařízení odvlhčují vzduch, větrají a topí. Schopnosti provozu v reverzním režimu „topení“ je možné u jednotek split s invertorem. Na celkové vytápění však nejsou vhodné. Vhodné jsou na přitápění v období jaro a podzim.

Druhy klimatizovaných prostoru

Druhy klimatizovaných prostoru:

Místnosti sloužící k pobytu nebo odpočinku osob :

- obytné místnosti, hotelové pokoje, restaurace, sály (koncertní, divadelní, jednací), lůžková zařízení v nemocnicích apod.

Pracovní místnosti :

- kanceláře, laboratoře, lékařské ordinace, operační sály, rozhlasová a televizní studia, velíny, soudní síně, prodejny

Výrobní prostory :

- výrobní místnosti pro zpracování a skladování textilu, tabáku, kožešin, farmaceutik, barev a laků, potravin

Doprava:

- motorová vozidla, lodě, vlaky, letadla

Rozdělení klimatizace podle využití

Komfortní

Klimatizace, která mají v pracovních a obytných prostorách především zlepšit klima pro lidi se řadí do skupiny komfortních klimatizací. Jejich využití je např. v obchodních centrech, kancelářích, kinech apod. Provozní rozsah je ve většině případů od 18 °C do 32 °C.

Technologická

Do skupiny technologických klimatizací spadají zařízení, která mají ve výrobních a technologických prostorách zajistit klimatické podmínky pro provoz jiných zařízení.

6.3 Typy klimatizačních zařízení

6.3.1 Mobilní klimatizační jednotky

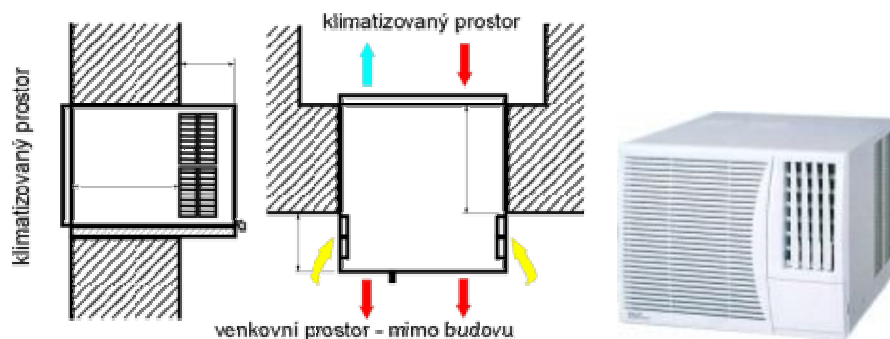
Používají se především pro okamžité řešení požadavku klimatizování. Jednotky mají své uplatnění také tam, kde není možné instalovat dělené nebo okenní klimatizace. Mobilní klimatizační zařízení jsou ve dvou konstrukčních variantách. První provedení „ kompaktní “ nemá venkovní jednotku. Teplo z klimatizované místnosti je odvedeno pomocí silné ohebné hadice, která musí být vyvedena mimo místnost. V praxi je nejčastěji hadice vyvedena pootevřeným oknem ven. V druhém provedení má jednotka dělený kondenzátor. Malý kondenzátor, musí být umístěn ve venkovním prostoru. Spojen je s vnitřní jednotkou pomocí ohebných hadic.



Obr. 6 Mobilní klimatizační jednotky

6.3.2 Okenní klimatizační jednotky

Na rozdíl od jednotek split nemají okenní klimatizace vnitřní a venkovní jednotku. Konstrukčně je to tedy jedna kompaktní jednotka, která se montuje do oken nebo zdí. Část jednotky s kondenzátorem musí být ve venkovním prostoru, naopak část s výparníkem v interiéru. Jde o výkonná a poměrně levná zařízení, které se dodávají i jako tepelná čerpadla. Používané jsou například v obchodech, kde jsou umístěny v horní části výlohy.



Obr. 7 Schéma umístění okenní klimatizace a okenní klimatizace

6.3.3 Jednotky Split

Klimatizační jednotky split vyžadují oddělenou montáž vnitřní a vnější jednotky. Maximální vzdálenost mezi jednotkami je omezená. Při montáži je potřeba počítat s malým otvorem ve stěně pro přívod chladiva. Jednotky jsou řízené mikroprocesorem a umožňují nastavení, spouštění a vypnutí jednotek podle přání na určitou dobu. Mohou mít také doplňující funkce jako odvlhčování, zvlhčování, větrání, topení a další. Zařízení mají velmi nízkou hlučnost.

Rozdělení jednotek split podle umístění

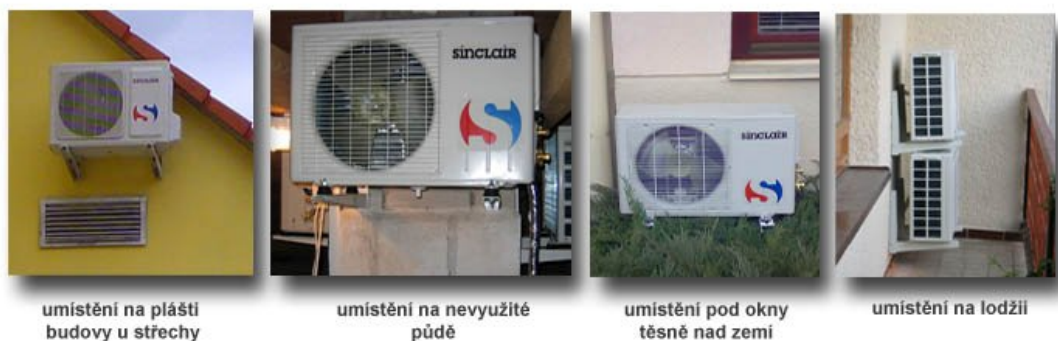
- *nástěnné*
- *parapetní / podstropní*
- *kazetové jednotky*
- *mezistropní*



Obr. 8 Nástěnná klimatizační jednotka split

Specifika montáže jednotek SPLIT

Vnitřní jednotku je vhodné umístit tak, aby ochlazovaný vzduch mohl bez překážek proudit po místnosti (přitom chladný vzduch nemá foukat přímo na osoby v místnosti). Venkovní jednotka se umísťuje dle možností a požadavků majitele nebo provozovatele budovy, tak aby co nejméně narušovala její vzhled. Při návrhu umístění venkovní jednotky je nutné počítat s její vyšší hmotností (může být až přes 100 kg). Nevhodné je umísťovat vnitřní a venkovní jednotku příliš daleko od sebe. Nejvhodnější je vzdálenost do 5-ti metrů.



Obr. 9 Možnosti umístění vnější jednotky

6.4 Přehled

Na následující straně je uvedena tabulka v níž jsou uvedeny výhody, nevýhody, použití a montáž daných druhů klimatizačních zařízení.

V kapitolách 6.2, 6.3, 6.4 použita literatura [6,7]

Stanovení optimálního režimu chodu klimatizační jednotky

Tab. 8 Přehled klimatizací

Klimatizace	Použití	Montáž	Výhody	Nevýhody
Mobilní	V případech nemožnosti použít klimatizaci dělenou, nebo tam kde je požadavek na mobilitu (např. střídání klimatizovaných prostorů)	<i>Jednotka s děleným kondenzátorem</i> – malý kondenzátor je s jednotkou propojen pružnými hadicemi a musí být umístěn mimo klimatizovaný prostor. <i>Jednotka kompaktní</i> – z jednotky je vyváděn přehřátý vzduch mimo místnost hadicí.	Nízká pořizovací cena, snadná instalace	Hlučnost, nutnost vylévat kondenzát, zabírá místo v místnosti, omezená „mobilita“ délkou hadic, u kompaktní jednotky je místnost v mírném podtlaku
Okenní	Tam kde je požadavek na nízké pořizovací náklady. V obchodech, okně kanceláře, průmyslových provozech, bufetech, skladech, serverovnách apod.	Umísťuje se do obvodové konstrukce (do stěny nebo do okna). Jedna strana je obrácená do venkovního prostředí a druhá do interiéru	Nízká pořizovací cena	Hlučnost, svod odpadu kondenzátu, neestetičnost
Split	Tam kde je možnost montáže obou jednotek. Nejrozšířenější	Náročnější než u předchozích typu. Montáž vnitřní a venkovní jednotky má své specifiky	Velmi nízká hlučnost, široká nabídka modelů, dálkové ovládání, možnost napojit více vnitřních jednotek na jednu vnější - typ multi	Náročnější montáž
Nástěnné	Nejčastější a nejlevnější provedení klimatizačních jednotek umístěných na zdi ve výšce			
Parapetní/podstropní	<i>Parapetní</i> – někdy nazývaná také jako podokenní, umístění na podlaze u zdi <i>Podstropní</i> – umístěny „podvěšeny“ pod stropem			
Kazetové	<i>Kazetové</i> – ve stavitelné do stropu - podhledu, viditelný je pouze dekorační panel			
Mezistropní	Ultraplochá jednotka s možností vestavby i do úzkých mezistropů			

7. Prostředky pro měření

Měření spotřeby el. energie klimatizačního zařízení lze realizovat pomocí mnoha měřicích přístrojů. V této diplomové práci budou uvedeny dva přístroje, které se nacházejí na Vysoké škole Báňské v Ostravě, a pro danou problematiku měření jsou nejvhodnější.

Prvním zařízením je MDS-U od firmy EGÚ Brno, a.s. Z důvodu, že měření bylo provedeno pomocí tohoto monitoru distribučních sítí, bude rozebráno MDS-U detailně. Druhým uvedeným měřicím přístrojem je BK550i od firmy ELCOM. Tento přístroj je navržen především pro měření kvality elektrické energie v distribučních sítích, ale pro zadané měření je taktéž vhodný.

7.1 MDS-U

7.1.1 Základní popis MDS-U

Monitor MDS-U měří, předzpracovává a zaznamenává hodnoty napětí, proudů a účinníků. Použitelný je v sítích nn, vn, vvn. Umožňuje měření signálů obsažených v síťovém napětí (pouze pro frekvence v rozsahu HDO). V tomto rozsahu měří příjem telegramů HDO a měří maximální a minimální velikosti impulsů telegramů HDO ve všech třech fázích. Po připojení k PC se pracuje v prostředí Windows. V tomto prostředí je možné zobrazit časové průběhy změřených, vypočítaných veličin i jejich statistiky. Monitor MDS-U je automaticky pracující provozní měřicí přístroj určený pro nepřetržité měření veličin a sledování vysílání HDO. Do kruhově organizované, nedestruktivní FEPRAM paměti s kapacitou 512 kB jsou zaznamenávány změřené hodnoty. MDS-U je vybaven zesilovačem pro měření proudů tzv. Rogowského snímači. MDS-U je malých rozměrů, ale pro měření v energetice vhodnou, robustní a bezpečnou konstrukcí.



Obr. 10 MDS-U

7.1.2 Technické údaje

Měřené veličiny

- *3 střídavá napětí*
- *3 střídavé proudy*
- *3 účinníky*
- *1 teplota*
- *výpadky napájení*

Vypočítané veličiny

- *činné výkony, výkony jalové induktivní i kapacitní*
- *energie, jalové induktivní a jalové kapacitní energie (½ hod, 1 hod)*
- *amplituda a fáze proudu nulovým vodičem*

Rozsahy, přesnosti měření

Napětí

- *měří TRMS*
- $U_{jm} = 230V / 100 V / 57,7V$
- *měřicí rozsah 0 U_{jm} až 1,2 U_{jm}*
- *přesnost 1% U_{jm} + 1 digit*

Proud

- *měří TRMS*
- I_{jm} ...*podle použitého proudového snímače*
- *měřicí rozsah 0 I_{jm} až 1,3 I_{jm}*
- *přesnost 1% + 1 digit*

Pracovní podmínky

- referenční teplota: 23 °C
- pracovní teplota: - 20 °C až + 60 °C
- maximální dovolená teplota klešťových transformátorů je 120 °C
- maximální dovolená teplota Rogowski snímačů je 80 °C
- pracovní poloha: libovolná, přednostně svislá
- napájení: samostatné
- $U_{\text{nap}} = 175 \text{ V až } 260 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$
- příkon: 3 W
- doba náběhu: menší než 5 s

Provozní údaje

Monitor MDS-U nemá ovládací prvky. Programování MDS-U je prováděno prostřednictvím osobního počítače s ovládacím programem. Programování, přenos zaznamenaných dat do PC se přenáší přes sériové rozhraní modulační rychlostí 9,6 kBd.

Indikace

LED dioda: PROVOZ

Provoz

- opakovaný krátký impuls = monitor neměří
- trvalý svit = monitor měří
- střídavý svit = monitor měří a signalizuje naléhavost sejmutí dat do PC

7.1.3 Popis funkce

Monitor MDS-U se využívá pro měření efektivních hodnot střídavých napětí i proudů metodou vzorkování. Ze 128 vzorků sejmutých 10ti bitovým A/D převodníkem za dobu 20 ms se vypočte efektivní hodnota, která reprezentuje velikost měřené veličiny v dané sekundě. Z takto změřených sekundových vzorků se po uplynutí intervalu záznamu do paměti, jež může být v rozmezí od 1 s do 2 hod, stanoví buď průměrná hodnota, nebo se vybere hodnota maximální nebo minimální, případně se stanoví posledně změřená okamžitá hodnota. Stanovená hodnota se transformuje na 8 bitů a uloží do nedestruktivní, na napájení nezávislé, FEPRAM paměti. Při intervalu záznamu 1 s lze do paměti ukládat pouze hodnotu okamžitou, tj. posledně změřenou. U monitoru MDS-U lze pro každou veličinu ukládat jinou ze čtyř vybraných možností. U proudů se transformace 10ti bitové hodnoty na 8mi bitovou děje zanedbáním dvou nejnižších bitů. U napětí se z důvodu zvýšení rozlišení v pracovním rozmezí kvantují hodnoty napětí do 185,92 V po 2,24 V krocích a hodnoty napětí vyšší po

krocích o velikosti 0,56 V. U signálu HDO je možné naprogramovat průběžné sledování složek napětí spadajících do frekvence použitého HDO. Při potřebě záznamu telegramu HDO je třeba určit fázi sítě, z níž bude telegram snímán, v této i ve dvou zbývajících fázích lze také měřit a zaznamenat maximální a minimální hodnoty výšek impulsů ze všech impulsů vysílaných v daném telegramu.. Monitor MDS-U využívá FEPROM paměť s 8mi segmenty, které mohou být samostatně mazány. Protože monitor je určen k trvalému sledování měřených veličin včetně HDO, jsou segmenty uspořádány do kruhu. Při zahájení měření se trvale rozsvítí signalizační dioda PROVOZ a svítí tak dlouhou dobu, dokud nedojde k zapisování dat do posledního - osmého segmentu paměti. Tento stav je signalizován střídavým svitem diody PROVOZ a oznamuje naléhavost přenosu změřených dat do PC. Jestliže změřená data zcela zaplnila i poslední volný segment, pak dojde k vymazání segmentu s nejstaršími daty a zapisování nových dat na jejich místa. Takto je v paměti průběžně uchovááno nejméně 448 kB nejnovějších dat. Monitor má jednofázové napájení samostatným napájecím síťovým kabelem. Pokles napájecího napětí pod 175 V způsobí přerušování měření a pokud pokles trvá déle než 1 s, zaznamená se do zvláštní tabulky výpadků napájení. I v průběhu výpadku napájení se vyčerpává kapacita daného segmentu FEPROM paměti.

V kapitole 7.1 použita literatura [8]

7.2 BK 550i

7.2.1 Základní informace

Hlavní uplatnění BK550i je v distribuovaných systémech monitoringu kvality elektřiny. Analyzátor má otevřenou koncepci. Využívá standardní moduly z oblasti personálních počítačů a SW technologii. Naprostým standardem je možnost připojení běžných periférií jako tiskárna, modem k analyzátoru. Lze ho taktéž integrovat do lokálních počítačových sítí pro sdílení dat a následné zpracování.

V současné době má BK550i tři hardwarové podoby:

DEWE 2010

- Klasický přenosný průmyslový počítač speciální konstrukce pro měření doplněný vanou pro zásuvné moduly. Zabudovány má tři volné sběrnice, takže umožňuje rozšíření. Dotykový display však postrádá.

DEWE 3010

- Kompaktnější provedení přenosného průmyslového počítače s integrovanou vanou pro zásuvné moduly. Jeden slot je volný pro následné rozšíření. Tento model má dotykový display, takže není potřeba připojovat klávesnici nebo myš

BK550i v kompaktním provedení

- Podoba přenosného plastového kufříku. Provedení má opět dotykový display a dva USB porty pro připojení libovolné periferie.

7. 2. 2 Moduly

FFT analyzátor harmonických a meziharmonických

- Virtuální přístroj umožňující měřit a zpracovat spektra až ze čtyř napěťových hladin a čtyř proudových kanálů. Ukládá amplitudová i fázová spektra, která umožňují určit směr toku výkonu na každé harmonické a identifikovat tak zdroj rušení.

Osciloskop

- Virtuální přístroj umožňující prohlídku jedné periody měřených signálu v časové oblasti.

Monitor výkonů a energii

- Virtuální přístroj umožňující zpracování základních výkonových a energetických hodnot.

Novinky

- monitor souměrných složek, HDO, modul alarmů, modul supervize, monitor distribuovaného monitoringu

Výhody

- plná funkčnost výkonného personálního počítače
- modularita, komplexnost, otevřenost koncepce
- využití standardních technologií PC
- snadná integrovatelnost
- plná podpora v českém jazyce

7. 3 Srovnání MDS-U a BK550i

Tab. 9 Přehled MDS-U a BK550i

	MDS - U	BK550i
Kompaktnost	Programování, zpracování dat pomocí připojeného PC.	Jednotka je plně kompaktní, některé modely obsahují dotykový display.
Paměť	FEPR0M 512kB	RAM 128MB HDD 4GB
Rozsah měření	Nejkratší časový interval měření = 1s. Pro měření plně dostačující.	Vhodný i pro měření přechodových jevů.
Provedení	Robustní provedení, vhodné i do provozu.	Existují různé hardwarové varianty. Průmyslové, rozváděčové, vanové.
Cena	Do 60 000Kč	Několikanásobně vyšší než MDS - U

V kapitolách 7.2, 7.3 použita literatura [9]

8. Klimatizační zařízení v učebně E104

V prvotním plánu této diplomové práce se měly v této praktické části měřit dvě rozdílné klimatizační jednotky v učebnách s téměř totožnými klimatickými podmínkami. Vlivem nepříznivého počasí však nešlo měření realizovat. Důvodem byla neschopnost provozu klimatizace na učebně E105 v topném režimu. Vzhledem k nízkým teplotám venkovního vzduchu se měření provedlo na klimatizační jednotce v učebně E104 a to v provozním režimu topení. V následujícím odstavci jsou uvedeny specifikace, provozní režimy, funkční módy a technické data měřeného zařízení.

8.1 Klimatizační zařízení ACR 18 Si s Cu 18 Si

Jedná se o nástěnnou klimatizační jednotku split od firmy STIEBER ELTRON. Vnitřní a venkovní jednotka je spojena oddělovacím vedením (vzdálenost až 5m). Klimatizační zařízení obsahuje invertor a je řízeno mikroprocesorem. Schopno je provozního režimu chlazení a také topení. Obsluha a regulace je řešena pomocí infračerveného dálkového ovládání.

Jednotka má čtyři provozní režimy (chlazení, topení, větrání, odvlhčování). Tyto režimy jde následně dále programovat a uzpůsobit požadavkům. Dále zde budou uvedena určitá omezení při provozu i možná nastavení klimatizace (programovací funkce).

Mezi programovací funkce této klimatizace patří mód I FEEL, v tomto režimu si přístroj zvolí druh provozu a nastavovanou hodnotu automaticky. V tomto módu je možné tepelné navýšení nebo naopak snížení o 2 °C v krocích po 1 °C. Další automatickým módem je AUX. Zde se nastavuje druh provozu na nastavenou hodnotu automaticky podle naměřené hodnoty teploty v místnosti.

Tab. 10 Aux mód

teplota v místnosti	druh provozu	nastavovaná teplota
< 21 °C	topení	23 °C
21 - 25 °C	odvlhčování	Initial modus
25 - 28 °C	chlazení	25 °C
> 28 °C	chlazení	26 °C

„Initial modus“ je mód pro odvlhčování bez vlivu na teplotu. V poslední zde uvedeném módu SLEEP (útlum) klimatizace pracuje s menším množstvím vzduchu a menší hlučností. V režimu chlazení první dvě hodiny chladí, poté následujících pět hodin udržuje teplotu a poté se vypne.

Omezení

- u provozního režimu topení musí být venkovní teplota nižší než 24 °C, při překročení této hodnoty je tento režim zakázán
- v režimu větrání a odvlhčování není možná volba teploty

Tab. 11 Technické údaje

typ vnitřního dílu	ACR 18 Si
typ venkovního dílu	CUR 18 Si
TECHNICKÉ ÚDAJE	
druh provozu	chlazení/topení
jmenovité napětí	~220V 50Hz
odvlhčovací výkon	2,5 [l/h]
chladicí výkon	5,2 [kW]
topný výkon	5,2 [kW]
příkon "chlazení "	2 [kW]
příkon "topení"	2 [kW]
max.příkon	2,2 [kW]
příkon "chlazení"	9 [A]
příkon "topení"	9 [A]
rozběhový proud	42 [A]
vnější jištění	16 [A]
el.přípoj. vedení	3x16 [mm ²]

V kapitole 8.1 použita literatura [10]

9. Elektrický výkon

Z důvodu měření spotřeby el. energie na klimatizační jednotce je zde věnována jedna kapitola teorii elektrickému výkonu.

Elektrický výkon

- je fyzikální veličina, která vyjadřuje vykonanou elektrickou práci za jednotku času

Ve střídavých elektrických obvodech se el. výkon rozděluje na :

- činný (P)
- jalový (Q)
- zdánlivý (S)
- deformační (D)

9.1 Odvození výkonu

- výkon je definován jako množství práce vykonané za jednotku času

$$P = \frac{W}{t} \quad (17)$$

- pokud se za čas dt přenesel náboj dq mezi dvěma místy s napětím u , pak platí

$$dW = u \cdot dq \quad (18)$$

- okamžitá hodnota výkonu je rovna

$$p = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = u \cdot i \quad (19)$$

9.2 Výkon ve střídavých obvodech

9.2.1 Sinusový průběh

$$p(t) = u(t)i(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi) I_m \sin(\omega t) = UI((1 - \cos 2\omega t) \cos \varphi + \sin 2\omega t \sin \varphi) \quad (20)$$

- napětí (U_m - maximální amplituda, U – efektivní hodnota $\sqrt{2}U = U_m$) (21)

- proud (I_m - maximální amplituda, I – efektivní hodnota $\sqrt{2}I = I_m$) (22)

- úhlová frekvence (ω)
- fázový posuv mezi proudem a napětím (φ)

Z tohoto vztahu je zřejmé, že okamžitý výkon u sinusového průběhu má také periodický, sinusový průběh, ovšem s dvojnásobnou frekvencí.

Definice střední hodnoty výkonu za periodu u periodického průběhu :

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T u(t)i(t) dt \quad (23)$$

- tato střední hodnota popisuje výkon, který se přenáší od zdroje ke spotřebiči, kde se nenávratně proměňuje v jiný druh energie
- označuje se jako *činný výkon*
- pro sinusový průběh platí

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T u(t)i(t) dt = U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (24)$$

- $\cos \varphi$ - vyjadřuje závislost činného výkonu na fázovém posuvu proudu oproti napětí
- při nulovém fázovém posuvu (zátěž má charakter rezistoru) je $\cos \varphi = 1$ a činný výkon je roven součinu efektivního napětí a proudu
- pokud je posuv nenulový (kapacitní nebo induktivní charakter zátěže), $\cos \varphi$ je menší než jedna a činný výkon je o něco nižší
- při fázovém posuvu $\varphi \pm \pi/2$ (čistě kapacitní nebo čistě induktivní zátěž) je $\cos \varphi = 0$ a činný výkon je nulový. To zapříčiňuje že celý výkon se vratně přenáší mezi zdrojem a spotřebičem tam a zpět, žádná energie se nespotřebovává

- tuto část výkonu označujeme jako *jalový výkon*
- jalový výkon je způsoben tím, že elektrická energie v jedné části periody v kondenzátoru vytváří elektrické pole, resp. v cívce magnetické pole, v druhé části periody pak tato pole zanikají a stejnou energii vracejí do obvodu

Pro výpočet jalového výkonu platí :

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi \quad [\text{VAr}] \quad (25)$$

Podle zátěže má jalový výkon charakter :

- **induktivní** znaménko + (proud se zpožďuje za napětím)
- **kapacitní** znaménko – (proud předbíhá napětí)

Přestože se jalový výkon ve spotřebiči neproměňuje, je potřeba ho po obvodu přenášet, což má za následek ztráty po cestě. Snahou tedy je přenášený jalový výkon minimalizovat (vhodným návrhem, případně s využitím tzv. kompenzátorů účinnosti)

Pro výpočet zdánlivého výkonu platí :

$$S = U \cdot I \quad [\text{VA}] \quad (26)$$

Vztah k činnému a jalovému výkonu :

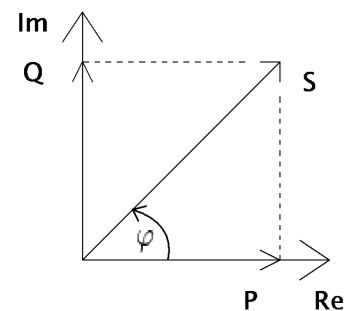
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (27)$$

Zdánlivý výkon

- nemá přímý fyzikální význam
- od jeho hodnoty se dimenzují elektrotechnické prvky
- lze chápat jako největší možný výkon, dosažitelný při nulovém fázovém posuvu

Trojúhelník výkonů

- grafické ztvárnění vztahu mezi výkony
- vektorovým součtem činného a jalového výkonu dostaneme zdánlivý



Obr. 11 Trojúhelník výkonů

V kapitolách 9, 9.1, 9.2 použitá literatura [4]

10. Vliv klimatizace na síť

Vlivy elektrotepelných zařízení na síť jsou již dlouho známým a řešeným problémem. Problematika však dostává v posledních letech jiné parametry. V minulosti nastávaly špičky odběru elektrické energie v zimních měsících, naopak v letních měsících docházelo k výraznému snížení. Trendy posledních let ukazují, že již nedochází v letních měsících k tak výraznému poklesu spotřeby. Příčinou je zvýšená potřeba klimatizovat prostory v teplých dnech. Do této problematiky se také musí zohlednit fakt, že v letním období probíhají plánované revize, opravy a další úkony, které mají za následek snížení výkonu výrobního bloku. Vlivem snižování pořizovacích a provozních nákladů na tyto zařízení, se dá předpokládat další nárůst těchto technologií. Na hrozící nebezpečí přetížení sítě se musí energetické společnosti připravit. Varování přišlo např. v podobě black outu v USA a Jižní Americe. Jelikož je energetická síť v ČR součástí ENTSO-E, musí se tento problém řešit v celoevropském měřítku.

10.1 Typové diagramy dodávky

V souvislosti s postupným otevřením trhu s elektřinou v ČR vznikly nové požadavky na jeho celkové uspořádání. Na podnět evropské unie byl přijat návrh, kdy od roku 2006 mohou být všichni koncoví odběratelé zákazníci. Velkou část segmentu spotřeby tvoří zákazníci z řad domácností a podnikatelů, kteří nemají nainstalováno průběhové měření odběru. Z tohoto důvodu se pro sestavení bilancí elektřiny a především pro zúčtování odchylek obchodních subjektů využívá náhradní metoda typových diagramů dodávek.

Pravidla pro organizování trhu s elektřinou :

- základní jednotka je jedna hodina
- jedna obchodní hodina je i pro vyfakturování odchylek
- pro otevření trhu se musí zveřejnit průměrné hodinové výkony
- pro účely náhradního stanovení průběhu odběru zákazníku bez průběhového měření jsou zavedeny typové diagramy dodávky (TDD)

Typové diagramy dodávky (TDD)

- jsou 24 hodinové číselné průběhy odběru elektřiny konečným zákazníkem pro určité skupiny odběratelů a pro všechny dny v roce

Stanovení TDD

Pro stanovení je nutno změřit spotřebu elektrické energie v hodinových úsecích na vybraných odběrových místech. Počet míst je dán přesností (max.10%). Data z jednotlivých míst jsou sčítána a převedena na teplotní a světelný normál, čímž je eliminován účinek dvou nejvýznamnějších faktorů ovlivňujících spotřebu během dne a roku. Ke kompletnímu vyhodnocení je nutno mít průběh celého kalendářního roku (8760 hodinových hodnot). Suma hodnot vyjadřuje roční spotřebu. Výsledný sumární diagram ze všech vzorků upravený na normální klimatické podmínky je následně relativizován vydělením všech 8760 hodinových hodnot vztažnou hodnotou. V případě dělení hodnotou ročního maxima se diagramové hodnoty pohybují v rozmezí 0-1. Celkový integrál následně vyjadřuje dobu využití maxima. *Celkovým výsledkem je typový diagram bezrozměrných hodnot.*

Využití TDD

Diagram slouží pro vlastní činnosti, které systém TDD využívají. Subjekt využívající TDD musí bezrozměrný průběh aplikovat na celkovou energii.

Hodnoty

- při přípravě provozu = energie objednávaná
- při zúčtování = energie skutečně odebraná

Vyhodnocení

Při vyhodnocení již odebrané energie se pracuje s TDD přepočtenými na skutečné klimatické podmínky, které se v časovém úseku vyskytly. Výsledek je následně průběh spotřeby ve skutečných hodnotách.

10.2 Denní diagram zatížení (DDZ)

- DDZ vyjadřuje závislost odebíraného výkonu v čase
- liší se např. *léto – zima, pracovní dny – víkend*

Způsoby odvození

- v distribuci měřením empirických údajů pro predikci

Metody

- z měrných spotřeb produkce
- z výkonů a provozní doby spotřebičů

V kapitolách 10, 10.1, 10.2 použita literatura [11,12]

11. Měření spotřeby elektrické energie na klimatizační jednotce v učebně E104

11.1 Cíl měření

Úkolem měření v této diplomové práci je změřit spotřebu elektrické energie na klimatizační jednotce v učebně E104.

Z výsledných dat vypracovat:

- závislosti spotřeby el.energie na venkovní teplotě
- histogram zatížení
- denní diagram zatížení
- porovnání DDZ s TDD

11.2 Úvod

Měření proběhlo v učebně E104 v areálu Vysoké školy Báňské v Ostravě. Měření probíhalo po 12 dnů v měsíci dubnu (od 4.4 – 16.4 2010). Z důvodu velikosti kapacity paměti měřicího přístroje MDS-U a požadavků na vzorkovací frekvenci byly odečítány hodnoty ve 4 denních intervalech. Začátek a konec měření byl v 8⁰⁰. Z důvodu chladného počasí byl zvolen funkční provoz „topení“. Klimatizace byla nastavena v automaticky spínaném režimu na teplotu 22°C.

11.3 Popis učebny E104

- rozměry učebny: 25 m³
- jedná se o počítačovou učebnu (vliv tepelných zisků od lidí, technologie, osvětlení)
- okna místnosti orientovány na jihozápad
- klimatizační jednotka je umístěna v těsné vzdálenosti od stropu



Obr. 12 Klimatizace na učebně E104

11.4 Popis měřících přístrojů

K měření spotřeby elektrické energie klimatizační jednotky ACR 18 Si od firmy Stieber eltron byl použit monitor distribučních sítí MDS-U. Programování MDS-U bylo provedeno prostřednictvím osobního počítače s ovládacím programem. K programování a přenosu zaznamenaných dat do PC bylo použito sériové rozhraní modulační rychlostí 9,6 kBd.

Protokol nastavení

- interval záznamů 5 sec.
- měření výkonu + proudu v nulovém vodiči
- mód záznamu = PRU (průměrná hodnota)
- měření na fázi L1

Napětí

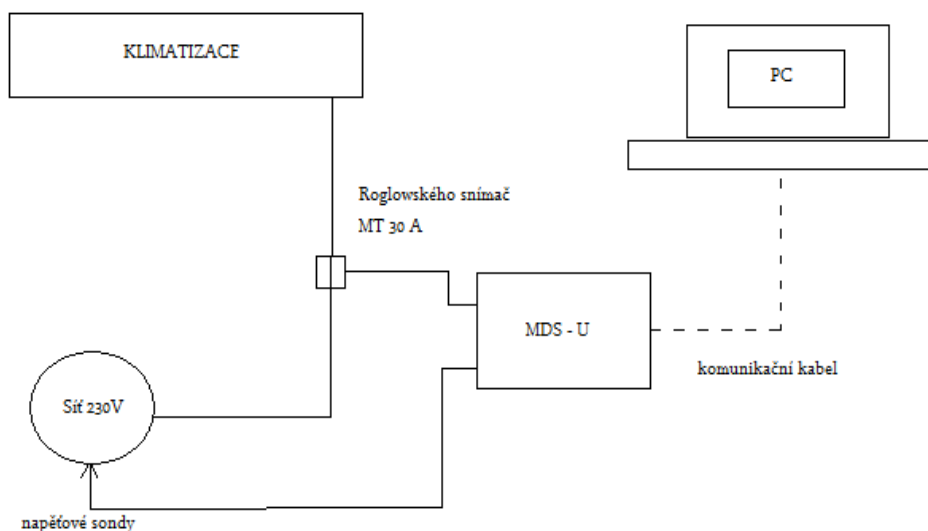
- vstup 230V

Proud

- MT – přepínací 30A

Úhel $U \times I$ ($\cos\phi$)

11.5 Schéma zapojení



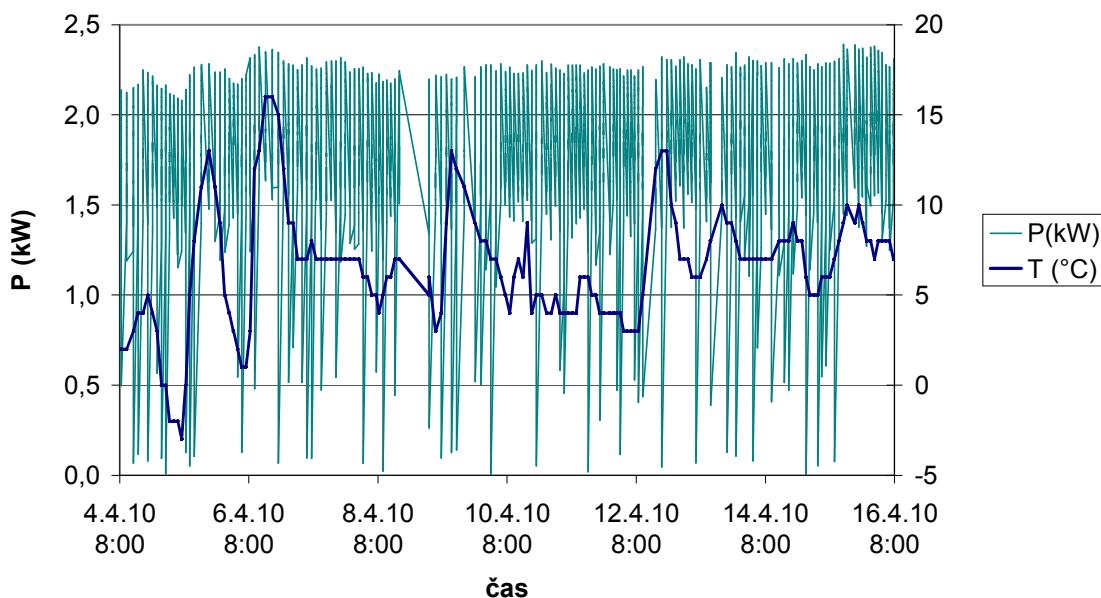
Obr. 13 Schéma zapojení MDS – U



Obr. 14 Foto - zapojení

K vyhodnocení závislosti spotřeby el. energie klimatizační jednotky na venkovní teplotě byly použity hodnoty teplot z meteorologické stanice v Ostravě – Porubě. Teplota interiéru učebny E104 nebyla měřena z důvodu nastavení automaticky spínaného režimu na klimatizaci. Tuto funkci plnil termostat v jednotce.

Závislost spotřeby el. energie na teplotě venkovního vzduchu



Obr. 15 Závislost P na T_{out}

Výsledky z grafu nepotvrdily původní předpoklady. Vycházelo se z vyšší teplotní závislosti spotřeby el. energie na teplotě venkovního vzduchu. V chladných hodinách se očekávala zvýšená spotřeba el. energie, a naopak při vyšších teplotách venkovního vzduchu spotřeba snižena. Při detailnějším pohledu je z grafu vidět určitá malá závislost. Při vyšších teplotách venkovního vzduchu není četnost impulzů klimatizace tak častá jako u teplot nižších. Ovšem tato závislost má být mnohem výraznější.

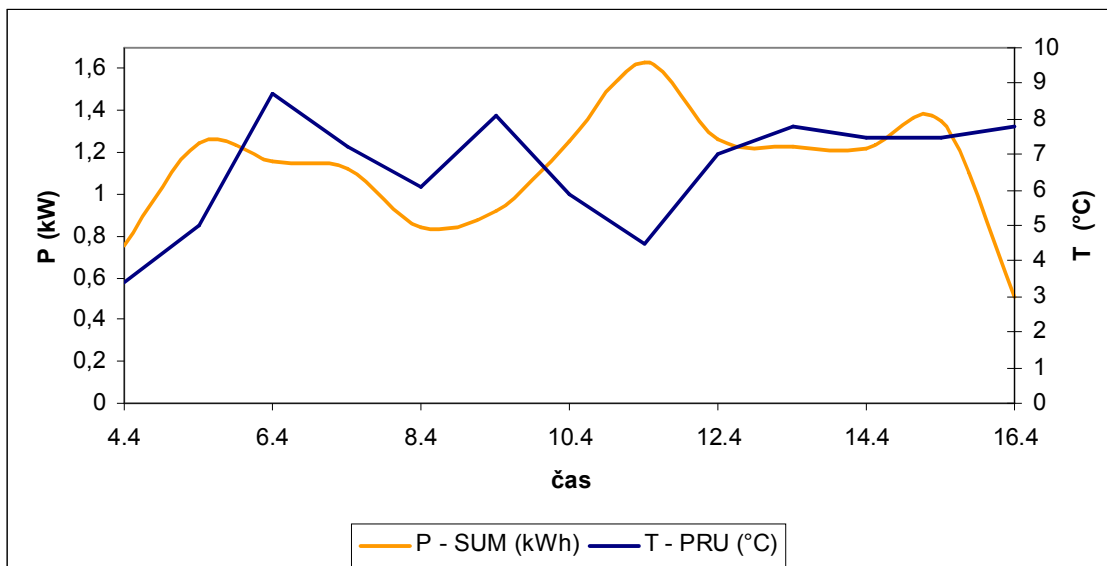
Doposud byly k vyhodnocení použity průměrné hodnoty spotřeby elektrické energie odebírané v intervalu 5s. V dalších bodech vyhodnocení se bude pracovat s časovým úsekem jedna hodina. Jedna hodina je základní jednotkou pro organizování trhu s elektřinou, tudíž také základní jednotka pro výpočet typových diagramů dodávek. V tabulce Tab.12 a grafu na Obr. 16 jsou z důvodu úspory prostoru uvedeny hodnoty v časovém intervalu 24hodin. V příloze jsou však přiloženy v elektronické podobě i v časovém intervalu jedna hodina.

Tab. 12 Energie v závislosti na teplotě

Datum	T - PRU (°C)	P - SUM (kWh)
4.4	3,4	0,75
5.4	5	1,24
6.4	8,7	1,16
7.4	7,2	1,12
8.4	6,1	0,84
9.4	8,1	0,92
10.4	5,9	1,25
11.4	4,5	1,63
12.4	7	1,26
13.4	7,8	1,23
14.4	7,5	1,22
15.4	7,5	1,35
16.4	7,8	0,51
<i>Celkově</i>	<i>6,7</i>	<i>14,48</i>

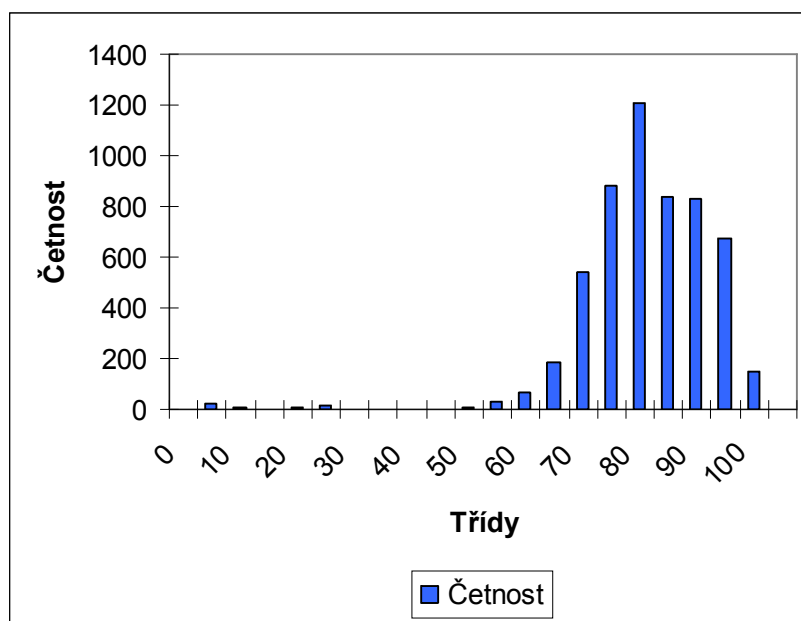
Snížená spotřeba el.energie dne 4.4 je způsobená začátkem měření od 8⁰⁰. U dne 16.4 je naopak spotřeba měřená pouze do 8⁰⁰.

Z výsledků spotřeby el. energie v tabulce je patrná velmi nízká spotřeba. Ta neurčuje nový výhodný způsob topení, ale spíše poukazuje na rušivé vlivy v podmínkách ve kterých měření probíhalo. Uvedení rušivých vlivů je na konci této kapitoly. Na následující straně je uveden graf závislosti spotřeby elektrické energie na teplotě venkovního vzduchu. Již při prvním pohledu na něj je patrná rozlišnost průběhu P a T.



Obr. 16 Závislost P na T

Pro vyhodnocení histogramu byly použity pouze hodnoty spotřeby při topném impulsu klimatizační jednotky. Nebyly tedy použity hodnoty ze stand by režimu.



Obr. 17 Histogram

Z důvodu rušivých vlivů v podmínkách za kterých měření probíhalo nebylo možné splnit s těmito daty poslední bod zadání. K vyhodnocení posledního bodu byly použity hodnoty ze staršího měření.

11.6 Rušivé vlivy v podmínkách za kterých se měřilo

Tato podkapitola je věnována vymezení rušivých vlivů v podmínkách za kterých probíhalo měření na učebně E104.

1. Roční období

Měření proběhlo v měsíci dubnu, kdy teploty venkovního vzduchu nedovolovaly provozovat klimatizaci v provozním režimu „chlazení“. Z tohoto důvodu byl zvolen provozní režim „topení“. Pro tento provoz však nebyly teploty dosti nízké a velkého teplotního rozsahu, aby ve změřených výsledcích byla viditelná silná teplotní závislost spotřeby elektrické energie na venkovní teplotě.

2. Tepelné zisky

V učebně bylo pro získání přesných výsledků vypnuté ústřední topení, ale stoupací teplovodní potrubí procházející učebnou nemohlo být z důvodu vytápění jiných prostorů vypnuto. Potrubí bylo izolované, ale i přesto bylo zdrojem tepelných zisků. Dalšími zdroji tepelných zisků byly počítače v učebně a studenti během probíhající výuky.

3. Proměnlivá velikost vnitřní zátěže

Ve vyhodnocení se počítalo pouze s teplotou venkovního vzduchu. Zanedbávala se oblačnost . Ovšem vstup slunečního záření přes okna a stěny přispívají tepelnými zisky. Dalším vlivem, který ovlivňuje proměnlivou velikost vnitřní zátěže je denní doba. V závislosti na denní době se mění využití prostoru a jeho tepelná zátěž. V měřených datech byl tento vliv nepatrný, a proto byl také zanedbán.

11.7 Vyhodnocení TDD

Prostory měření

- měření probíhalo ve společnosti Arcelor Mittal a.s
- v prostoru servrovy
- v místnosti jsou zdroje tepelných zisků (server, PC, zářivka)
- okna místnosti jsou natočené na jih
- klimatizační jednotka split v nástěnném provedení je umístěna nad dveřmi

Technické parametry

Tab. 13 Klimatizace Arcelor Mittal

LENNOX řada Tempo	
Vnitřní jednotka	THW18 – 2
Vnější jednotka	TCU18 – 2
Chladicí výkon	5,2kW
Napájení	220/240V 50Hz
Chladivo	R22

Nastavení měření

MDS - U

- interval záznamu 4 s
- měření P na fázi L1

Klimatizační jednotka

- nastavená teplota 21°C
- automaticky spínaný režim

Pro vyhodnocení typových diagramů dodávky byly zde použity a zpracovány data ze dne 15.9 2007. Zvoleny byly z důvodu největší shodnosti s typovými diagramy dodávky. Výsledky všech zhodnocených dnů měření jsou uvedeny v elektronické podobě v příloženém CD k diplomové práci.

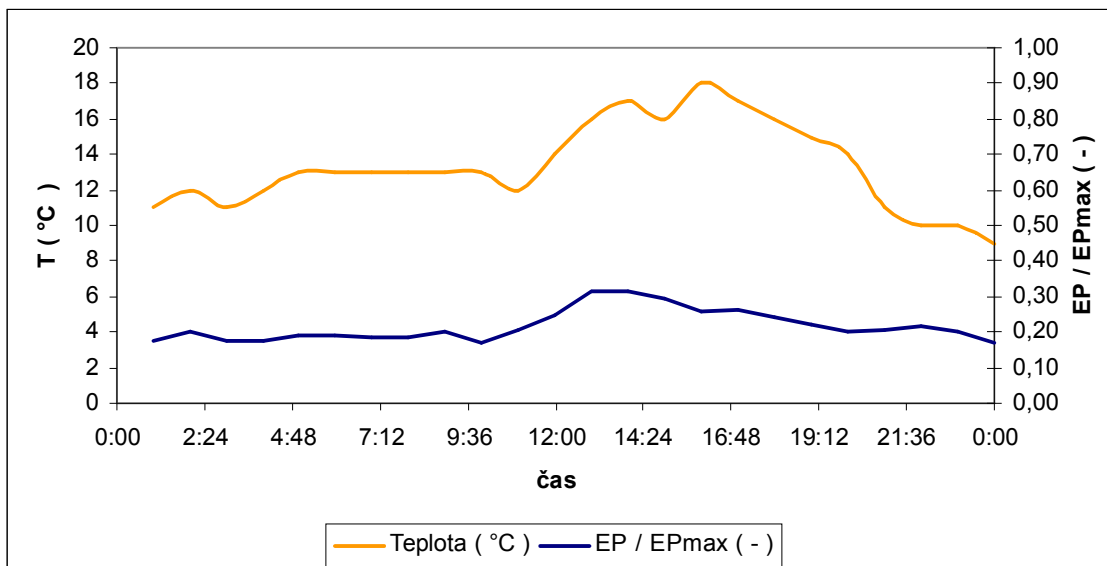
Sestrojení DDZ klimatizace pro porovnání s TDD

V programu pro zpracování dat z měřicího přístroje MDS – U byly exportovány do programu MS EXCEL hodnoty spotřeby elektrické energie odečítané v intervalech čtyř vteřin a sumy odebrané energie za každou hodinu dne. Pro porovnání s TDD se však musí podělit hodinové spotřeby elektrické energie roční hodnotou maxima. Jelikož měření bylo krátkodobé, bylo určení maximální hodnoty následující:

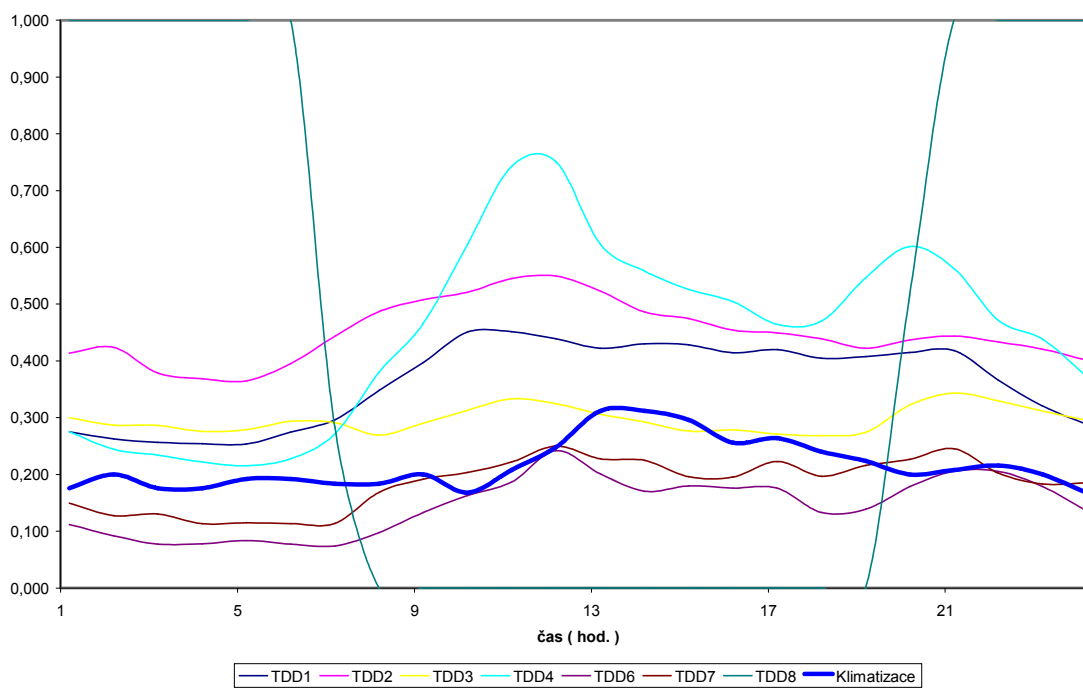
Ze změřených hodnot činného výkonu odečítaných v intervalu čtyř vteřin byly vyfiltrovány hodnoty, které výrazně vybočovaly z celkového trendu (mohly být ovlivněny náběhem serveru, nebo jiných zařízení). Ze zbylých hodnot činného výkonu se určila maximální hodnota odpovídající 1,25kW. Pro maximální roční hodnotu byl určen předpoklad, že tento výkon je odebírán po celou hodinu. Sumy hodinových spotřeb elektrické energie byly tedy poděleny hodnotou 1,25 kWh.

Pro konečné vyhodnocení byly staženy z internetové stránky OTE,a.s data TDD přepočtené na skutečnou teplotu pro daný den (15. 9 2007). Tyto data byly vloženy do MS EXCEL a porovnány s DDZ klimatizace. Pomocí programu byla vyhodnocena největší shodnost s průběhem TDD7. Výsledný graf je uveden na Obr. 19.

Na následující straně jsou na Obr. 18 a Obr. 19 vyneseny grafy k vyhodnoceným datům. Na Obr. 18 je vynesena graf závislosti EP / EP_{\max} (podíl spotřebované el. energie za hodinu a maximální roční hodnoty spotřeby el. energie za hodinu) na teplotě venkovního vzduchu. Z průběhu je patrná závislost spotřeby na teplotě. Se vzrůstající teplotou rostou nároky na spotřebu. Na Obr. 19 je tento průběh vynesena spolu s průběhy přepočtených typových diagramů dodávky na skutečnou teplotu v daném dni.



Obr. 18 Závislost spotřeby el. energie na teplotě venkovního vzduchu



Obr. 19 Typové diagramy dodávky

Diagram denního zatížení měřené klimatizace byl porovnán s typovými diagramy dodávky a největší shodnost byla s křivkou TDD7.

Stanovení optimálního režimu chodu klimatizační jednotky

- TDD7 odběr domácnosti s přímotopným systémem vytápění, odběr domácnosti s tepelným čerpadlem

Shodnost s TDD7 potvrzuje návaznost mezi klimatizací a přímotopem. Odběr klimatizace má tvar krátkých impulzů od času sepnutí (termostatem, manuálně) do času vypnutí. Všechna energie se spotřebuje na zajištění nastavených parametrů v daném čase. Žádná energie se neakumuluje. Z tohoto důvodu se odběr klimatizace podobá odběru přerušovaně zapínaného a vypínaného přímotopného zařízení.

V kapitole 11.7 použita literatura [13]

12. Závěr

Cílem této diplomové práce byl rozbor problematiky optimalizace chodu klimatizační jednotky. Obsah práce však nebyl omezen jen na optimalizaci chodu, ale zahrnuje problematiku od definování pojmu „tepelná pohoda“ až k určení typových diagramů dodávky. Z koncepčního hlediska byl rozložen do teoretické a praktické části.

V teoretické části byly nejprve definovány fyzikální vlastnosti prostou a faktory, které je ovlivňují. Podrobně byl rozebrán pojem „tepelná pohoda“ v návaznosti na fyziologické reakce člověka na prostředí. V diplomové práci nechybí oddíl věnovaný postupu výpočtu tepelných zisků podle normy ČSN 730548. Největší prostor byl vyhrazen pro rozbor klimatizačním zařízením. Zde byl uveden základní princip funkce chladicího okruhu s popisem komponentů. Celý blok uzavírá velký přehled druhů klimatizačních zařízení. Teoretickou část uzavřel blok, ve kterém byly uvedeny popisy použitých měřicích přístrojů a měření klimatizace. U klimatizačního zařízení byl kladen velký důraz na rozbor provozních funkcí.

V praktické části práce je zhodnoceno měření, které bylo provedeno na klimatizační jednotce umístěné v učebně v areálu Vysoké školy Báňské. Cílem měření bylo zjistit závislost spotřebované elektrické energie klimatizační jednotkou na daných parametrech. Termín měření byl stanoven na měsíc duben s předpokladem dobrých klimatických poměrů. Tento předpoklad se ale nenaplnil, a z důvodu chladného počasí se klimatizace měřila v režimu „topení“. Po dvanáctidenním měření se data zhodnotila. Z výsledných hodnot se došlo k závěru, že nepříznivé rušivé vlivy v podmínkách za jakých měření probíhalo výsledek výrazně ovlivnilo. Z důvodu splnění všech bodů zadání byly nakonec použity data ze staršího měření. Z těchto dat byl vyhodnocen průběh DDZ (diagramu denního zatížení), který byl následně porovnán s TDD (typovými diagramy dodávky). Největší schody s DDZ klimatizace dosáhl TDD7. Shodnost s TDD7 potvrzuje návaznost mezi klimatizací a přímotopem. Odběr klimatizace má tvar krátkých impulzů od času sepnutí (termostatem, manuálně) do času vypnutí. Všechna energie se spotřebuje na zajištění nastavených parametrů v daném čase. Žádná energie se neakumuluje. Z tohoto důvodu se odběr klimatizace podobá odběru přerušovaně zapínaného a vypínaného přímotopného zařízení.

13. Seznam použité literatury

- [1] *Portál TZB-Info* [online]. Datum poslední revize 22.4.2010. < <http://www.tzb-info.cz>>
- [2] *Svaz chladicí a klimatizační techniky* [online]. Datum poslední revize 22.4.2010.
< <http://schkt.tradecentrum.cz/index.php?cmd=item&id=80&menuID=152>>
- [3] Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D. *Výpočet tepelné zátěže* [online]. Datum poslední revize 22.4.2010< [http://www.fsid.cvut.cz/~zmrhavla/Projekt3/ Vypocet%20tepelne%20zateze.pdf](http://www.fsid.cvut.cz/~zmrhavla/Projekt3/Vypocet%20tepelne%20zateze.pdf)>
- [4] *Wikipedie* [online]. Datum poslední revize 22.4.2010.
< http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana >
- [5] *Autoklimatizace Schiessl* [online]. Datum poslední revize 22.4.2010.
< <http://www.auto-klima.cz/stranka-popis-funkce-klimatizace-67> >
- [6] *Desatero pro výběr klimatizace* [online]. Datum poslední revize 22.4.2010.
< <http://www.klimatron.cz/index.php?kod=200>>
- [7] *Brnoclima – typy klimatizací* [online]. Datum poslední revize 22.4.2010.
< www.brnoclima.cz/oddeleni/69-typy-klimatizaci >
- [8] *MDS – U, manual* [online]. Datum poslední revize 22.4.2010.
< <http://www.egubrno.cz> >
- [9] *Systém BKXXXi* [online]. Datum poslední revize 22.4.2010.
< <http://www.elcom.cz> >
- [10] *Manuál klimatizace ACR 09/12/18/24 Si s CU 09/12/18/24 Si*. Stiebel eltron, 21s.
- [11] Osladil, Michal. *Energetické vlastnosti klimatizovaných interiérů*. Ostrava, 2005. Disertační práce na fakultě FEI Vysoké školy Báňské na katedře elektroenergetiky. Vedoucí disertační práce prof. Ing. Zdeněk Hradílek, DrSc
- [12] *Egú Brno* [online]. Datum poslední revize 22.4.2010.
< http://www.egubrno.cz/sekce/s001/produkty/s001_produkty_tdd.html >
- [13] Burček, Kamil. *Optimalizace chodu klimatizace*. Ostrava, 2008. Diplomová práce na fakultě FEI Vysoké školy Báňské na katedře elektroenergetiky. Vedoucí diplomové práce Ing. Vladimír Král Ph.D
- [14] *Klima princip, cyklus* [online]. Datum poslední revize 22.4.2010.
< http://www.toc-servis.cz/images/klima_princip_cyklus.png>

Přílohy

Naměřené a zpracované data z měření jsou spolu s diplomovou prací v elektronické podobě na přiloženém CD.

Upřesnění internetových zdrojů

Wikipedie

1. *Klimatizace* [online]. Datum poslední revize 22.4.2010.
< <http://cs.wikipedia.org/wiki/Klimatizace>>
2. *Willis Carrier* [online]. Datum poslední revize 22.4.2010.
< http://cs.wikipedia.org/wiki/Willis_Carrier>
3. *Elektrický výkon* [online]. Datum poslední revize 22.4.2010.
< http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrick%C3%BD_v%C3%BDkon>

Portál TZB - info

4. Centnerová, Lada. *Tepelná pohoda a nepohoda* [online]. Datum publikování 13.12.2000, Datum poslední revize 22.4.2010. < <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=404>>
5. Mikulová, Olga. *Požadavky na větrání vnitřních obytných prostor* [online]. Datum publikování 5.12.2005, Datum poslední revize 22.4.2010. < <http://vetrani.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=2911>>
6. Lain, Miloš. *Tepelná zátěž od umělého osvětlení* [online]. Datum publikování 6.8.2007, Datum poslední revize 22.4.2010. < <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4276>>